

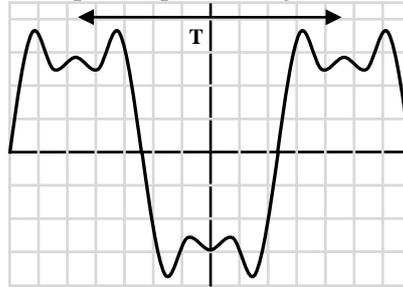
TP N° 7 de Physique Spécialité : Acoustique musicale et physique des sons

Données :

Note	La ₃	La# ₃	Si ₃	Do ₄	Do# ₄	Ré ₄	Ré# ₄	Mi ₄	Fa ₄	Fa# ₄	Sol ₄	Sol# ₄	La ₄	La# ₄	Si ₄	Do ₅
Fréquence (Hz)	440	466	494	523	554	587	622	659	698	740	784	831	880	932	988	1046

I. Fréquence d'un son périodique et modes harmoniques

Lorsqu'on pince une corde de guitare, par exemple, et qu'on enregistre le son émis on peut obtenir le signal suivant :



La fréquence d'un son périodique s'appelle fréquence du mode propre fondamental, on la note f_1 .

On peut décomposer le signal périodique d'un son en une somme de fonctions sinusoidales de fréquence $f_1, 3 \times f_1, 5 \times f_1 \dots$ (décomposition en série de Fourier).

Les différentes fréquences f_n sont des multiples de la fréquence f_1 (fréquence du mode fondamental) :

$$f_n = n \times f_1 \text{ avec } n \in \mathbf{N}^*$$

On les appelle fréquences des harmoniques de rang n .

L'harmonique de rang 1 et de fréquence f_1 s'appelle le fondamental.

II. Acquisition d'une note de musique

- Brancher le microphone sur la voie d'entrée EA0 de l'interface d'acquisition.
- Choisir un temps total d'acquisition de 10 ms pour 1000 points de mesure.
- Se placer à une vingtaine de cm du micro faites vibrer le diapason. Déclencher rapidement l'acquisition en appuyant sur F10.
- Réessayer jusqu'à l'obtention d'un signal périodique.

- a) Comment déterminer la période T du signal avec le plus de précision.
 - Déterminer alors la période T du signal périodique.
- b) Calculer la fréquence f du signal.
- c) À quelle note de musique correspond le son entendu ?
- d) Pourquoi peut-on qualifier ce son de « son pur » ?

Lorsque l'on souffle dans une flûte à bec, la colonne d'air de celle-ci vibre et produit une note de musique dont la hauteur dépend de la façon dont sont bouchés les trous et de la façon de souffler.

- Recommencer la manipulation précédente et souffler doucement de manière constante puis déclencher l'acquisition en appuyant sur F10. Réessayer plusieurs fois jusqu'à l'obtention d'un signal périodique.

III. Détermination de certaines caractéristiques de la note

III.1. Hauteur de la note

- Déterminer la période T_1 du signal périodique précédent.

- a) Noter la valeur de T_1 sur votre compte rendu.
- b) La note de musique correspond-elle à un son pur ? Pourquoi ?
- c) Calculer la fréquence f_1 du signal.
- d) À quelle note correspond la fréquence f_1 ? Est-ce cohérent avec la note que vous avez jouée ?

La hauteur d'un son est la qualité physiologique qui permet de distinguer un son aigu d'un son grave. Une note de musique est un son caractérisé par sa hauteur directement liée à la fréquence du mode fondamental de vibration de l'onde sonore.

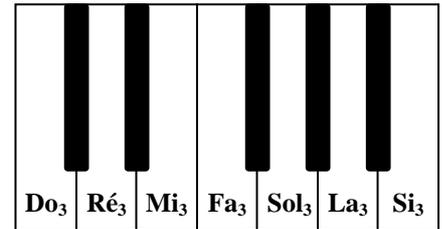
III.2. *Timbre de la note*

➤ *Réaliser le spectre d'analyse de Fourier du signal périodique précédent.*

- Repérer les 3 ou 4 fréquences dont l'amplitude est la plus importante.
- À quoi correspondent ces fréquences ?
- Quelle est la fréquence dont l'amplitude est la plus élevée ? À quelle harmonique correspond-elle ?

➤ *Réaliser une nouvelle acquisition au piano en jouant la même note que celle jouée à la flûte à bec.*

- A-t-on la même sensation auditive pour la même note jouée par les deux instruments différents ?
- Déterminer la fréquence f_1' du signal périodique.
- Comparer f_1 et f_1' . Conclure.



Deux sons de même hauteur joués par deux instruments différents ne donnent pas la même impression auditive : on dit qu'ils n'ont pas le même timbre.

➤ *Réaliser le spectre d'analyse de Fourier du signal périodique.*

- Repérer les 3 ou 4 fréquences dont l'amplitude est la plus importante.
- Quelle est la fréquence dont l'amplitude est la plus élevée ? À quelle harmonique correspond-elle ?
- De quel(s) paramètre(s) dépend donc le timbre d'un son ?

IV. La gamme tempérée

Le tableau ci-dessous indique les fréquences associées aux différentes notes de musique.

On définit l'**intervalle** entre deux sons par le **rapport de la hauteur du son le plus aigu à celle du son le plus grave** soit :

$$\text{Intervalle} = \frac{f_{\text{fondamental, aigu}}}{f_{\text{fondamental, grave}}}$$

- Le Do₄ est dit à l'octave du Do₃. Que vaut alors l'intervalle entre deux notes à l'octave ?

La **gamme** est l'ensemble des notes comprises dans une octave.

La **gamme tempérée** divise l'octave en **12 intervalles égaux**. Chaque intervalle correspond à $\frac{1}{2}$ ton.

- À partir de la réponse à la question précédente, en déduire la valeur de l'intervalle entre deux notes séparées d'un demi-ton ?
- Compléter le tableau ci-dessous en indiquant :
 - Le nombre par lequel on multiplie la fréquence d'une note pour atteindre la fréquence de la note suivante
 - S'il y a un ton ou un demi-ton entre chaque note.

	×	×	×	×	×	×	×	
<i>Fréquences (Hz)</i>	261,6	293,7	329,6	349,2	392,0	440,0	493,9	523,3
<i>Notes</i>	Do ₃	Ré ₃	Mi ₃	Fa ₃	Sol ₃	La ₃	Si ₃	Do ₄
	ton	ton	ton	ton	ton	ton	ton	

- À partir du tableau de données du début de TP et en calculant l'intervalle entre une note et la même note altérée d'un dièse (#) indiquer s'il y a un ton ou un demi-ton.